Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 4, Winter 2023, p. 937-948

The Effect of Different Concentrations of Uniconazole and Cycocel and their Application Method on Vegetative Growth and Biochemical Properties of Lilium Hybrids (*Longiflorum* × *Asiatic cv*. Eyeliner)

M. Karimi[1*], F. Salimi[2], A. Pakdin-Parizi[3]

Received: 01-02-2022 Revised: 23-04-2022 Accepted: 24-04-2022 Available Online: 30-01-2023	**How to cite this article:** Karimi, M., Salimi, F., & Pakdin-Parizi, A. (2023). The Effect of Different Concentrations of Uniconazole and Cycocel and their Application Method on Vegetative Growth and Biochemical Properties of *Lilium* Hybrids (*Longiflorum* × *Asiatic* cv. Eyeliner). *Journal of Horticultural Science 36*(4): 937-948. (In Persian with English abstract) **DOI**: 10.22067/jhs.2022.75071.1133

Introduction

Plant size control is one of the most important factors in the production of ornamental plants. Plant size can be limited by a variety of methods, including genetic control, environmental conditions, and the use of plant growth retardants. Lily (*Lilium* sp.) is one of the most important cut flowers with different species and cultivars. Some lilies can grow up to one meter in height. Usually the appropriate height of the stem for pot use is 40-30 cm, which is achieved by using growth regulators. This study aimed to investigate the role of uniconazole and cycocel to control height, quantitative and qualitative characteristics of *Lilium*.

Materials and Methods

This study was carried out in a factorial experiment based on completely randomized design. Uniconazole (0, 5 and 10 mg L^{-1}) and cycocel (0, 1000 and 1500 mg L^{-1}) were the first factor and application methods of the above compounds (immersion application and foliar application) was the second factor. Disease-free bulbs (with a circumference of 15 cm) Lily (*Longifiorum* × *Asistic* cv. Eyeliner) was purchased from Saei Gol Company in Tehran. To apply the immersion treatment, the bulbs were immersed in a solution of cycocel (CCC) and uniconazole (UN) for 7 minutes before planting. Then they were planted in plastic pots. In foliar spraying treatments, the bulbs were first planted in pots and when the stem height reached 10 cm, they were sprayed with CCC and UN. Water was used for control treatment. Leaf number, plant height, total chlorophyll, total phenol, flower diameter, enzyme activity (PPO, GPX or CAT) and time of budding were measured. Analysis of variance was performed using SAS software and mean comparisons were analyzed by the least significant difference test.

Results and Discussion

The effect of growth retardant, the application method and their interaction was significant on stem height. The shortest plants were observed in foliage application of 10 mg L^{-1} UN which was not significantly different from the concentration of 10 mg L^{-1} UN in immersion method. The mechanism of growth retardants is to inhibit the biosynthesis of gibberellins. Therefore, they act as anti-gibberellins to reduce plant height. Uniconazole inhibits the biosynthesis of gibberellins by blocking kaurene oxidase, a P450 enzyme. The largest diameter of lily flowers was observed in immersion application of 1500 mg L^{-1} CCC however, there was no significant difference between flower diameter of mentioned treatment with immersion method of 1000 mg L^{-1} CCC and foliar application of 10 mg L^{-1} UN. Growth retardants increase endogenous cytokinin levels, resulting in increased cell division and improved flower growth and flower diameter. The effect of growth retardant on number of leaves was significant. The highest numbers of leaves were observed in 1000 and 1500 mg L^{-1} CCC.

1 and 2- Assistant Professor and Master Student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: karimi@sanru.ac.ir)
3- Assistant Professor of Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

The effect of growth retardant, the application method and their interaction was significant on chlorophyll and phenol contents. The highest chlorophyll content was observed in immersion application of 10 mg L^{-1} UN. Growth retardants appear to increase chlorophyll content due to increased cytokines. The results of this study showed an increase in total phenol in plants treated with uniconazole 10 mg L^{-1}. Growth retardants have been reported to increase phenol content by increasing plant resistance to environmental stresses. Catalase enzyme activity was significantly affected by growth retardant. The highest activity of CAT enzyme was related to CCC at 1500 mg L^{-1}. The effect of growth retardant and their interaction was significant on GPX enzyme activity. The highest enzyme activity was obtained in plants sprayed with 1000 mg L^{-1} CCC. Growth retardants have been reported to increase enzyme activity, causing plant resistance to environmental stresses and delaying lipid peroxidation and membrane degradation.

Conclusion

Considering that one of the most important goals in the present study was the production of dwarf lilium, it can be said that uniconazole 10 mg L^{-1} (foliar application and immersion) had a significant effect in controlling stem height compared to other treatments. The effect of this treatment on other traits such as flower diameter, total chlorophyll and total phenol was also significant.

The time of budding, leaf number and activity of CAT and GPX enzymes was better in cycocel treatment with a concentration of 1500 mg L^{-1}. Therefore, the use of uniconazole can be recommended for the production of dwarf plants, considering that it works better in two important traits, including controlling stem height and increasing flower diameter. It is also suggested that since the cycocel treatment was effective in increasing enzymatic activity, the effect of this treatment on plant resistance to environmental stresses should be investigated.

Keywords: Chlorophyll, Enzyme activity, Flowering, Growth inhibitors, Plant height

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱، ص. ۹۴۸-۹۳۷

ارزیابی اثر غلظت‌های مختلف و روش کاربرد یونیکونازول و سایکوسل بر رشد رویشی و خصوصیات بیوشیمیایی دورگ لیلیوم (*Longiflorum*×*Asiatic* cv. Eyeliner)

مهناز کریمی[1]*- فاطمه سلیمی[2]- علی پاکدین پاریزی[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۴

چکیده

پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی اثر کندکننده‌های رشد و روش کاربرد آن‌ها در تولید گیاه پاکوتاه لیلیوم (رقم آیلاینر) انجام گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور شامل استفاده از کندکننده‌های رشد (سایکوسل؛ صفر، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و یونیکونازول؛ صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و نحوه کاربرد این مواد (محلول‌پاشی برگ و غوطه‌وری سوخ) انجام شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده اثر تیمارها و نحوه کاربرد آن‌ها بر بیشتر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود، به‌طوریکه کمترین ارتفاع ساقه با ۶۷ درصد کاهش نسبت به شاهد، در تیمار محلول‌پاشی یونیکونازول با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. همچنین بیشترین کلروفیل کل در همین تیمار به روش غوطه‌وری ثبت شد. کوتاه‌ترین زمان تشکیل غنچه در تیمار سایکوسل با غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. غوطه‌وری سوخ‌ها در کاهش زمان تشکیل غنچه در مقایسه با محلول‌پاشی موثرتر بود. قطر گل در تیمار ۱۵۰۰ سایکوسل به روش غوطه‌وری در حداکثر بود اما با تیمار ۱۰۰۰ سایکوسل به روش غوطه‌وری و تیمار یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری نداشت. فعالیت آنزیم کاتالاز نیز در گیاهان محلول‌پاشی شده بیشتر از تیمارهای غوطه‌وری بود. بیشترین میزان فعالیت این آنزیم با ۵۴/۲۳ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد در تیمار سایکوسل ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. همچنین بیشترین فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در گیاهان محلول‌پاشی شده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱۵۰۰ سایکوسل در روش غوطه‌وری نداشت. لذا با توجه به اینکه تیمار یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تاثیر معنی‌داری در مقایسه با دیگر تیمارها در کاهش ارتفاع نشان داد، بنابراین استفاده یونیکونازول با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌صورت غوطه‌وری و محلول‌پاشی در تولید گیاه گلدانی لیلیوم توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع گیاه، بازدارنده‌های رشد، فعالیت آنزیمی، گلدهی، کلروفیل

مقدمه

سوسن یا لیلیوم (*Lilium* sp.) گیاهی سوخوار از خانواده سوسن‌سانان (Liliaceae) یکی از مهمترین گل‌های بریدنی با گونه‌ها و رقم‌های مختلف است. ارتفاع برخی از گونه‌های این گیاه به یک متر نیز می‌رسد. سوسن‌ها دارای گل‌هایی با سه گلبرگ و کاسبرگ رنگی هستند که امروزه رقم‌های پرپر نیز از طریق به‌نژادی ایجاد شده است. معمولا ارتفاع مناسب ساقه لیلیوم به منظور استفاده گلدانی ۴۰-۳۰ سانتی متر می‌باشد (Francescangeli *et al.*, 2007). روش‌های شیمیایی و غیرشیمیایی می‌تواند در کنترل ارتفاع گیاهان موثر باشد. در روش‌های غیرشیمیایی از عوامل محیطی، استرس آبی و تغذیه‌ای تا سطحی که کیفیت گیاه را تحت تاثیر قرار ندهد، استفاده می‌شود. در روش شیمیایی از ترکیبات هورمونی به‌منظور کنترل ارتفاع استفاده

۱ و ۲- به‌ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: Email: karimi@sanru.ac.ir)
۳- استادیار گروه پژوهشی مرکبات و گیاهان دارویی، پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
DOI: 10.22067/jhs.2022.75071.1133

می‌شود این مواد با کاهش تولید جیبرلین، رشد طولی سلول و در نتیجه رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Kamenetsky and Okubo, 2013; Francescangeli *et al.*, 2007; Hwang *et al.*, 2008;).

سایکوسل و یونیکونازول از مهمترین بازدارنده‌های رشد می‌باشند این مواد در غلظت‌های مناسب، با ممانعت از سنتز جیبرلین باعث کنترل رشد رویشی، ا فزایش تعداد گل، افزایش دوره گل‌دهی، تسریع زمان گلدهی، افزایش میزان کلروفیل و مقاومت به تنش‌های محیطی می‌شوند (Miller, 2011). سایکوسل از گروه ترکیبات آنیومی بوده و از پرمصرف‌ترین کندکننده‌های رشد به‌ویژه در اروپا می‌باشد. این ماده برای کاهش خوابیدگی بوته و کنترل رشد رویشی گیاهان زینتی کاربرد فراوانی پیدا کرده است (Rabbi Angourani *et al.*, 2013).

تریازول‌ها از فعال‌ترین بازدارنده‌های رشد به شمار می‌آیند. این مواد از رشد طولی گیاه جلوگیری می‌کنند و مهم‌ترین پاسخ گیاه در برابر این ترکیب‌ها، کاهش رشد میان‌گره‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاه است. از مهم ترین تریازول‌ها می‌توان به یونیکونازول اشاره کرد (Fletcher *et al.*, 2000; Magome *et al.*, 2004). در یک بررسی استفاده از سایکوسل روی گیاه شمعدانی عطری باعث کاهش ارتفاع، افزایش درصد ماده خشک و نسبت برگ به ساقه و افزایش اسانس گردید (Rabbi Angourani *et al.*, 2013). در پژوهشی دیگر، غوطه‌وری سوخ لاله به‌مدت ۱۰ دقیقه در غلظت‌های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر یونیکونازول باعث کاهش ارتفاع در مقایسه با تیمار شاهد شد (Miller, 2002). کاربرد پاکلوبوترازول با غلظت‌های ۱۵ و ۳۰ میلی گرم در لیتر نیز باعث کاهش ارتفاع، افزایش محتوای کلروفیل و کاهش قطر گل در رقم‌های مختلف زنبق گردیده است (Demir and Celikel, 2018b).

در گیاه اطلسی به‌منظور کنترل ارتفاع، غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل و ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر یونیکونازول مورد استفاده قرار گرفت. طبق نتایج به‌دست آمده کمترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار یونیکونازول در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بوده است. مصرف خاکی این هورمون با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر باعث تولید بیشترین تعداد گل و افزایش فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز گردید (Karimi and Ahmadi, 2019). در پژوهشی غوطه‌ور کردن سوخ لیلیوم رقم نل وایت[1] به‌مدت ۱۵ دقیقه در غلظت ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول باعث کاهش ارتفاع گیاهان شد، این تیمار تاثیر معنی‌داری بر تعداد غنچه و زمان گلدهی نداشت (Currey and Lopez, 2010). برای کنترل ارتفاع در گیاه لاله، غلظت‌های ۵ تا ۸۰ میلی‌گرم در لیتر یونیکونازول استفاده شد. غوطه‌وری سوخ‌ها در غلظت‌های بالای ۴۰ میلی‌گرم در لیتر سبب کاهش ارتفاع گردید (Krug *et al.*, 2005). در آزمایشی دیگر غلظت‌های صفر، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اتفون روی گیاه نرگس رقم آیس فولیس مورد بررسی قرار گرفت. زمانی که گیاهان به ارتفاع ۷-۱۰ سانتی‌متر رسیدند با اتفون محلول‌پاشی شدند. تیمار اتفون باعث افزایش میزان کلروفیل برگ گردید، همچنین کمترین ارتفاع گیاه در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین محتوای کلروفیل در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد (Demir and Celikel, 2018a). کاربرد سایکوسل و یونیکونازول در کنترل ارتفاع گیاه آهار نیز توسط محققین مورد بررسی قرار گرفته و طبق نتایج به‌دست آمده، ارتفاع ساقه در گیاهانی که در پای بوته آن‌ها یونیکونازول به‌میزان ۱۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شده بود در حدود ۱۷ سانتی‌متر و در گل‌های شاهد ۵۷ سانتی‌متر بود (Alami and Karimi, 2020).

به‌دلیل مقبولیت و بازارپسندی گیاه لیلیوم و باتوجه به اینکه بیشتر گونه‌ها و رقم‌های موجود در بازار به‌عنوان گل شاخه‌بریدنی تولید و عرضه می‌شوند، هدف از پژوهش حاضر بررسی نقش یونیکونازول و سایکوسل در بهبود صفات رویشی و زایشی به‌منظور تولید گیاهان پاکوتاه لیلیوم بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر غلظت‌های مختلف سایکوسل (صفر، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، یونیکونازول (صفر، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و نحوه کاربرد این مواد (غوطه‌وری سوخ یا محلول‌پاشی برگی) بر رشد رویشی، گلدهی و برخی صفات بیوشیمیایی لیلیوم، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام گرفت.

برای انجام آزمایش، سوخ‌های یکدست و سالم (با محیط ۱۵ سانتی‌متر) دو رگ لیلیوم (رقم آیلاینر[2]) از شرکت ساعی گل تهران خریداری شد. سوخ‌های خریداری شده در آبان ماه ۱۳۹۸، بلافاصله به‌مدت ۵ دقیقه در محلول قارچ‌کش بنومیل (یک در هزار) قرار گرفته و سپس تیمارهای مورد نظر اعمال شد. برای اعمال تیمار غوطه‌وری، سوخ‌ها قبل از کاشت، در داخل غلظت‌های مورد نظر سایکوسل و یونیکونازول به‌مدت ۷ دقیقه قرار گرفتند. سپس در عمق پنج سانتی‌متری گلدان‌های پلاستیکی حاوی بستر پیت ماس و پرلیت (۲ به ۱ حجمی) کشت شدند. در مورد تیمارهای محلول‌پاشی، حدود ۱۵ روز بعد از کاشت سوخ‌ها در گلدان (شرایط مشابه گلدان‌های غوطه‌وری)، زمانی که ارتفاع ساقه به ۱۰ سانتی‌متر رسید یک‌بار با محلول‌های سایکوسل و یونیکونازول، محلول‌پاشی شدند (میزان محلول مورد استفاده برای هر گلدان حدود ۴ تا ۵ میلی‌لیتر بود). قبل

1- Nellie White

2- Eyeliner

از محلول‌پاشی سطح گلدان با پلاستیک پوشانده شده تـا محلـول بـه داخل بستر کشت نفوذ نکند. از آب به‌عنوان تیمار شاهد اسـتفاده شـد. دمای روز و شب گلخانه پرورش در طول رشد گیاه به‌ترتیب ۲۲ و ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی در حدود ۷۰ درصد بود. از نور طبیعی خورشید در طی پرورش استفاده شـد. در طـول رشـد گیاهـان کلیـــه عملیات از جملـه آبیاری، کوددهی و مبـارزه بـا آفـات و بیمـاری‌هـا به‌صورت یکسان انجام گرفـت. صـفات مـورد بررسـی شـامل زمـان غنچه‌دهی، ارتفاع ساقه، تعداد برگ، قطـر گـل، کلروفیـل کـل، فنـل برگ، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پلی فنل اکسیداز و گایاکول پراکسیداز بود.

فاصله کاشت سوخ تا زمان ظهور غنچـه، بـه‌عنـوان مـدت زمـان تولید غنچه در نظر گرفته شد. زمانی که اولین غنچه باز شـد، ارتفـاع ساقه توسط خط‌کش اندازه‌گیری و ثبت شد. قطر بزرگ‌ترین گل نیز با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری محتوای کلروفیل، نیم گرم از وزن برگ تـازه در پنج میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد سائیده و سانتریفیوژ با ۱۳۰۰۰ دور بـر دقیقه (در دمای چهار درجه سانتی‌گـراد بـه‌مـدت ۱۵ دقیقـه) صـورت گرفت. مایع رویی جدا گردید و جذب نوری در طول موج‌هـای ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر با استفاده از دستگاه اسـپکتروفتومتر (سـری UV-3600 Plusشیمادزو ژاپن) ثبت شـد (Arnon, 1994). ترکیبـات فنلـی بـا روش فولین سیوکالتو اندازه‌گیری شد. بدین منظور بـه‌ازای یـک گـرم نمونه ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد اضافه شـد. سـپس بـه‌مـدت ۲۴ ساعت روی شیکر قرار داده شد. مقدار ۲۰ میکرولیتر از عصـاره تهیـه شده با ۱/۱۶ میلی‌لیتـر آب مقطـر مخلـوط و ۱۰۰ میکرولیتـر معـرف فولین به محلول فوق اضافه گردید. پـس از ۵ دقیقـه ۳۰۰ میکرولیتـر محلول کربنات سدیم ۲۰ درصد به‌محلول اضافه و نمونه‌ها بعد از هـم زدن به‌مدت ۳۰ دقیقه در بن ماری بـا دمـای ۴۰ درجـه سـانتی‌گـراد نگهداری شدند و در نهایت جذب نمونه‌ها با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت گردید (McDonald *et al.*, 2001).

برای سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز کمپلکس واکنشی شامل یـک و نیم میلی‌لیتر از بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار نیم میلی‌لیتـر از پراکسید هیدروژن هفت و نیم میلی‌مولار و ۵۰ میکرولیتـر از محلـول آنزیمی بود. حجم نمونه‌ها با اضافه کردن آب مقطر به سه میلـی‌لیتـر رسانده شد. با افزودن پراکسید هیـدروژن واکـنش آغـاز و کـاهش در جذب نمونه‌ها در طول موج ۲۴۰ نـانومتر در مـدت یـک دقیقـه ثبـت گردید. فعالیت آنزیمی از محاسبه میزان پراکسید هیدروژن تجزیه شده توسط آنزیم محاسبه گردیـد (Aebi, 1983). بـرای سـنجش فعالیـت آنزیم گایاکول پراکسیداز، کمپلکس واکنشی (دو میلی‌لیتر) شامل یـک میلی‌لیتر بافر فسفات ۱۰۰ میلی‌مولار، ۲۵۰ میکرولیتر از EDTA ۰/۱ میلی‌مولار، یک میلی‌لیتر گایاکول پـنج میلـی‌مـولار، یـک میلـی‌لیتـر پراکسید هیدروژن ۱۵ میلی‌مولار و۵۰ میکرولیتـر از محلـول آنزیمـی استخراج شده بود. واکنش با اضافه کردن محلول آنزیمی شروع شـده و افزایش جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر به مدت یـک دقیقـه ثبـت شد. فعالیت آنزیمی براساس میزان تتـراگایـاکول تشـکیل شـده و بـا استفاده از ضریب خاموشی ۱/۳۳ میلی مولار بر سانتی‌متـر بـه‌دسـت آمد (Tang *et al.*, 2005). به‌منظور تعیین فعالیـت آنـزیم پلـی فنـل اکسیداز بـرای تهیـه محلـول بـافر فسـفات ۰/۱ مـولار ۳/۴۰۳ گـرم KH_2PO_4 را در آب حل کرده و اسیدیته با هیدروکسید پتاسیم تنظـیم و به ۲۵۰ میلـی‌لیتـر رسـانده شـد. بـرای تهیـه کـاتکول ۰/۵ مـولار (۱۱۰/۱۱ گرم بر مول)، ۰/۵۵گـرم کـاتکول را در ۱۰ میلـی‌لیتـر بـافر فسفات ۰/۰۵ مولار حل شد. جذب در ۴۲۰ نانومتر به‌مدت ۲ دقیقه بـا دستگاه اسپکتروفتومتر انـدازه گیـری شـد. فعالیـت آنـزیم پلـی فنـل اکسیداز به عنوان یک واحد بر دقیقـه بـر گـرم وزن تـازه بیـان شـد (Soliva *et al.*, 2001). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بـا اسـتفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین داده‌ها بـا اسـتفاده از آزمـون حداقل اختلاف معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال پنج درصد و رسم نمودار با نرم افزار اکسل انجام گردید.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج بەدست آمده از جدول تجزیه واریانس بسیاری از شاخص‌های مورفولوژیکی و بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده تحت تـأثیر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی و غوطه‌وری سایکوسل و یونیکونـازول قرار گرفتند (جداول ۱ و ۳).

زمـان ظهـور غنچـه: طبـق جـدول تجزیـه واریـانس اثـر کندکننده‌های رشد در سطح احتمال یک درصد و اثر روش کـاربرد در سطح احتمال پنج درصد بر زمـان غنچـه‌دهـی لیلیـوم معنـی‌دار بـود. غوطه‌وری سوخ‌هـا در کـاهش زمـان تشـکیل غنچـه در مقایسـه بـا محلول‌پاشی موثرتر بود. در بین کندکننده‌های رشد، کوتاه‌ترین زمـان تشکیل غنچه در تیمار سایکوسل با غلظت ۱۵۰۰ میلـی‌گـرم در لیتـر مشاهده شد که با تیمار یونیکونازول بـا غلظـت ۵ میلی‌گـرم در لیتـر تفاوت معنی‌داری نداشت. طولانی‌ترین زمان تشکیل غنچـه در تیمـار شاهد ثبت شد که تفاوت آن با تمام تیمارها معنی‌دار بود (شکل ۱- A و B). تعدادی از کندکننده‌های رشد به‌دلیـل خاصـیت ضـد جیبرلینـی سبب تسریع گـلـدهی مـی‌شـوند (Megersa *et al.*, 2018). گـزارش شده است سایکوسل با جلوگیری از سـنتز جیبـرلین در گیـاه کـه اثـر بازدارندگی بر گل‌آغازی دارد، سبب تسریع گل‌آغازی و در نتیجـه زود گلدهی و افـزایش طـول دوره گـلـدهی در برخـی گیاهـان مـی‌شـود (Armitage, 1986). مطابق با یافتـه‌هـای پـژوهش حاضـر، کـاربرد سایکوسل با غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر گلدهی گیاه اطلسـی رقـم هـان زیانـگ[1] را تسـریع کـرد (Karimi and Ahmadi, 2019). در

1- Haun Xiang

پژوهشی دیگر نیز، کاربرد غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل سبب تسریع گلدهی در گل آهار گردید (Alami and Karimi, 2020).

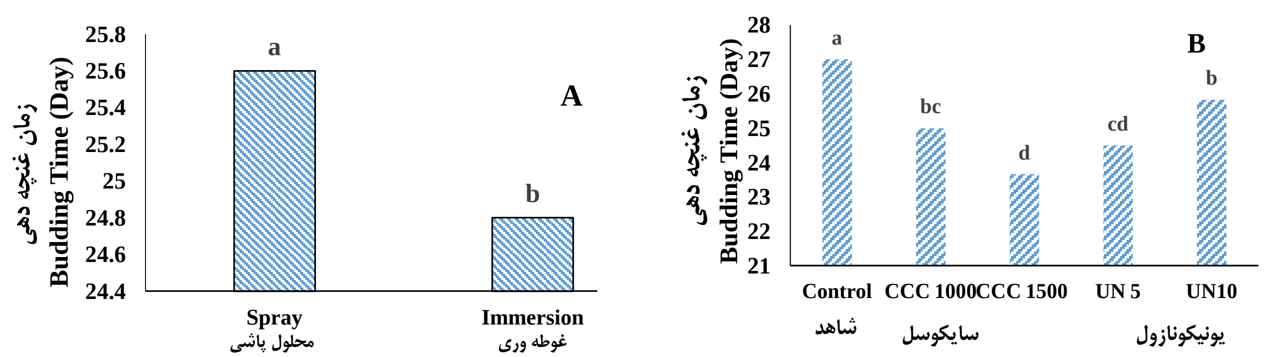
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف کندکننده‌های رشد و روش کاربرد آن‌ها بر برخی صفات مورد بررسی در لیلیوم (رقم آیلانر)

Table 1- The ANOVA results for the effect of different concentrations of growth retardants and their application method on some measured properties of *Lilium* cv. Eyeliner

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares					
		زمان ظهور غنچه Time of Budding	قطر گل Flower diameter	ارتفاع ساقه Stem height	تعداد برگ Number of Leaf	کلروفیل کل Total chlorophyll	فنل Phenol
کند کننده‌های رشد Growth retardant (A)	4	9.78**	3.28**	1693.46**	380.95**	3.11**	0.07**
روش کاربرد Application method (B)	1	4.80*	8.53**	97.20**	8.53 ns	0.10**	0.25**
A×B	4	1.05 ns	2.28**	16.03*	3.78 ns	0.23**	0.31**
خطا Error	20	0.83	0.60	5.30	6.06	0.0030	0.0004
ضریب تغییرات C.V (%)		3.62	4.25	5.16	2.14	0.20	1.20

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.



شکل ۱- اثر روش کاربرد (A) و غلظت کندکننده‌های رشد سایکوسل و یونیکونازول (B) بر زمان تشکیل غنچه لیلیوم (رقم آیلاینر)

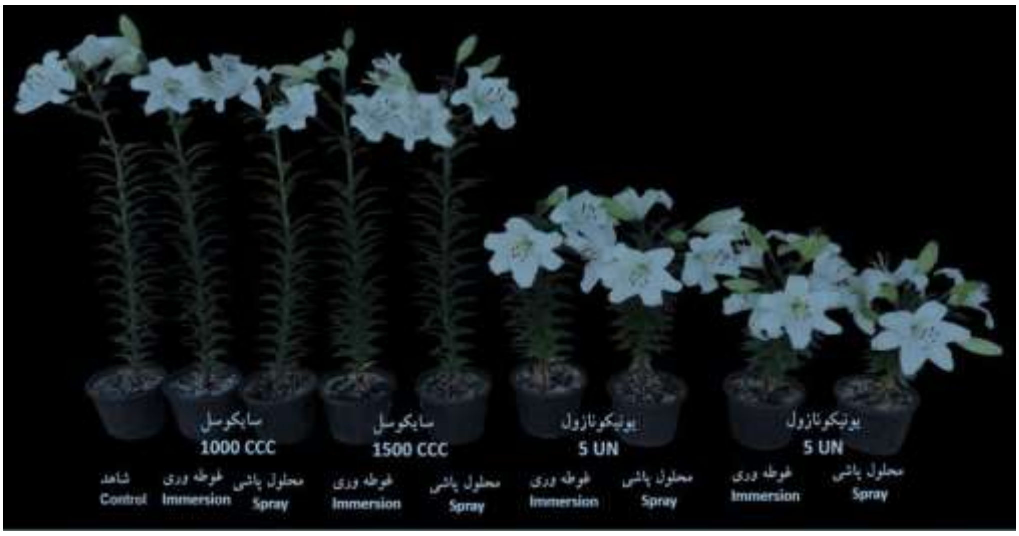
Figure 1- The effect of application method (A) and different concentration of cycocel (CCC) and uniconazole (B)(UN) on the time of flowering in *Lilium* cv. Eyeliner (LSD, *p≤0.05*)

قطر گل: طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) برهمکنش کندکننده‌های رشد و روش کاربرد در سطح احتمال یک درصد بر قطر گل معنی‌دار بود. قطر گل در تیمار ۱۵۰۰ سایکوسل به‌روش غوطه‌وری در حداکثر بود (۲۰ سانتی‌متر)، اما با تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل به روش غوطه‌وری و تیمار محلول‌پاشی یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). تأثیر کندکننده‌های رشد بر قطر گل، به نوع گونه و رقم، غلظت مورد استفاده کندکننده‌ها، نحوه کاربرد، تعداد دفعات استفاده و شرایط محیطی بستگی دارد (Rossini pint *et al.*, 2005). بررسی‌های مختلف نشان می‌دهد با کاربرد کندکننده‌های رشد، هورمون سیتوکنین درونی افزایش می‌یابد که در نهایت سبب افزایش تقسیم سلولی، نمو و توسعه گل‌ها می‌شود. مطابق با یافته‌های حاضر، کاربرد سایکوسل و یونیکونازول در گیاه اطلسی سبب افزایش قطر گل گردید (Karimi and Ahmadi, 2019). در پژوهشی دیگر، محلول‌پاشی

۲۸۵ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل سبب افزایش قطر گل در اوستئوسپرموم شد (Olsen and Andersen, 1995).

ارتفاع ساقه: جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد برهمکنش کندکننده‌های رشد و نوع کاربرد در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع ساقه معنی‌دار است. کمترین ارتفاع ساقه (۲۳/۶۶ سانتی‌متر) در تیمار یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتربه روش محلول‌پاشی مشاهده شد که با تیمار یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به روش غوطه‌وری با میانگین ارتفاع ۲۴/۶۶ سانتی‌متر تفاوت معنی-داری نداشت (جدول ۲). در شکل ۲، تصاویر مربوط به کاربرد بازدارنده‌های رشد بر کنترل ارتفاع گیاهان نشان داده شده است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ارتفاع گیاهان تیمار شده با یونیکونازول و سایکوسل در مقایسه با تیمار شاهد معنی‌دار بود. مکانیسم اثر بازدارنده‌های رشد در کاهش ارتفاع، جلوگیری از بیوسنتز جیبرلین است به‌طوری‌که این مواد به آنتی‌جیبرلین معروفاند. جیبرلین در تقسیم سلول و رشد طولی سلول‌ها نقش دارد (Chany, 2005 ; Jiang and Joyce, 2003). بنابراین می‌توان گفت که در تیمار شاهد به‌دلیل فراهمی هورمون جیبرلین، رشد طولی ساقه بیشتر از گل‌هایی بود که کندکننده رشد استفاده شده بود. در آزمایش حاضر بهترین تیمار در کاهش ارتفاع یونیکونازول بود. در پژوهشی بر روی گل آهار، تیمار یونیکونازول در مقایسه با سایکوسل در کاهش ارتفاع موثرتر بود (Alami and Karimi, 2020). در تحقیق انجام شده بر روی گیاه آسونیگا، سایکوسل و پاکلوبوترازول باعث تولید گیاهان پاکوتاه‌تر در مقایسه با شاهد گردیدند (Youssef and Abd El-Aal, 2013). در پژوهشی دیگر، غوطه‌وری سوخ‌های لاله در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر یونیکونازول سبب کاهش ارتفاع شد (Krug *et al.*, 2005). همچنین، کاربرد سایکوسل در گیاه شمعدانی عطری ارتفاع گیاه را محدود کرده است (Rabbi Angourani *et al.*, 2013).

تعداد برگ: طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر ساده کندکننده‌های رشد بر تعداد برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. تمام تیمارها نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری داشته و بیشترین تعداد برگ با میانگین ۱۲۰ عدد در تیمارهای سایکوسل ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (شکل ۳). گزارش شده است تاثیر ترکیبات تریازولی بر تولید برگ به غلظت این ترکیبات بستگی دارد به‌طوریکه در مقادیر بالا تولید برگ کاهش می‌یابد و در مقادیر پایین بر تعداد برگ تاثیرگذار نیستند (Miller, 2002). گزارش‌ها نشان می‌دهد اثر کندکننده‌های رشد بر خصوصیات مورفولوژیکی از جمله تعداد برگ به نوع گونه و رقم بستگی دارد، به‌طوریکه سایکوسل با غلظت ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میلی‌گرم تاثیری بر تعداد برگ گیاه زنبق سیاه نداشت (Kamenetsky and AL-Khassawneh *et al.*, 2006 ; Okubo, 2013). تیمار یونیکونازول با غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش تعداد برگ در کالانکوئه رقم گولد استایک در آزمایشی دیگر گردید (Hwang *et al.*, 2008). در پژوهش انجام گرفته روی گل آهار بیشترین تعداد برگ در تیمار شاهد وکمترین آن در یونیکونازول با غلظت ۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش شد (Alami and Karimi, 2020).



شکل ۲- تاثیر کندکننده‌های رشد سایکوسل (۱۰۰۰و ۱۵۰۰ میلی گرم در لیتر) و یونیکونازول (۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر) بر ارتفاع ساقه لیلیوم

Figure 2- The effect of cycocel (1000 and 1500 mg L^{-1}) and uniconazole (5 and 10 mg L^{-1}) on the *Lilium* estem height

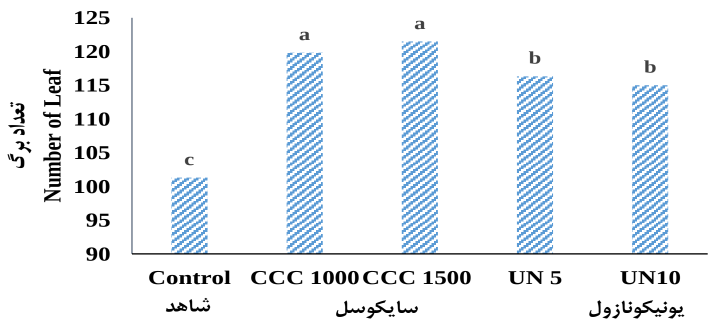
جدول ۲- اثر کندکننده‌های رشد (سایکوسل و یونیکونازول) و نوع کاربرد آن‌ها بر برخی صفات مورد بررسی در لیلیوم رقم 'آیلاینر'

Table 2- The effect of different concentrations of growth retardant (Cycocel and Uniconazole) and their application method on some measured characteristics of *Lilium* cv. 'Eyeliner'

کندکننده‌های رشد Growth retardant (mg.L^{-1})	نوع کاربرد Application method	قطر گل Flower diameter (cm)	ارتفاع ساقه Stem height (cm)	کلروفیل کل Total Chlorophyll (mg.g^{-1} FW)	فنل کل Phenol content (mg.g^{-1} Fw)
شاهد Control	محلول‌پاشی Foliage application	17.33 ^{cd}	65 ^{a}	5.14 ^{h}	1.41 ^{h}
سایکوسل ۱۰۰۰ 1000 Cycocel		17.66 ^{cd}	53.33 ^{c}	5.16 ^{g}	1.82 ^{d}
سایکوسل ۱۵۰۰ 1500 Cycocel		17.66 ^{cd}	41 ^{e}	6.90 ^{a}	1.87 ^{c}
یونیکونازول ۵ 5 Uniconazole		17 ^{d}	30.33 ^{g}	6.21 ^{e}	1.52 ^{g}
یونیکونازول ۱۰ 10 Uniconazole		19 ^{ab}	23.66 ^{h}	6.38 ^{c}	2.04 ^{b}
سایکوسل ۱۰۰۰ 1000 Cycocel	غوطه‌وری سوخ Bulb immersion	19.66 ^{a}	60.33 ^{b}	5.61 ^{f}	1.50 ^{g}
سایکوسل ۱۵۰۰ 1500 Cycocel		20 ^{a}	46 ^{d}	6.45 ^{b}	1.62 ^{f}
یونیکونازول ۵ 5 Uniconazole		18.33 ^{bc}	36 ^{f}	6.24 ^{d}	1.66 ^{e}
یونیکونازول ۱۰ 10 Uniconazole		18.33 ^{bc}	24.66 ^{h}	6.92 ^{a}	2.09 ^{a}

*در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک با یکدیگر تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD ندارند.

In each column, the means with simmilar letters have not significant difference based on LSD test at 5% of probability level.



شکل ۳- اثر کند کننده‌های رشد سایکوسل و یونیکونازول بر تعداد برگ لیلیوم (رقم 'آیلاینر')

Figure 3- The effect of cycocel (CCC) and uniconazole (UN) on the leaf number in *lilium* cv. Eyeliner (LSD, $p \leq 0.05$)

کلروفیل کل: با توجه به نتایج به‌دست آمده اثر کندکننده‌های رشد، نوع کاربرد و برهمکنش آن‌ها بر محتوای کلروفیل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). حداکثر کلروفیل کل با میانگین ۶/۹۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ، در تیمار یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به روش غوطه‌وری به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با سایکوسل ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به روش محلول‌پاشی نداشت. کمترین کلروفیل کل با میانگین ۵/۱۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر مربوط به تیمار شاهد بود که تفاوت معنی‌داری با دیگر تیمارها نشان داد (جدول ۲). گزارش شده است، سایتوکینین‌ها سنتز کلروفیل را تحریک می‌کنند. با توجه به نقش کندکننده‌ها در افزایش سایتوکینین، می‌توان تأثیر این ترکیبات در افزایش سنتز کلروفیل را مربوط به افزایش سطوح سایتوکینین دانست (Francescangeli *et al.*, 2007) مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر، بیشترین محتوای کلروفیل در گیاه آهار در یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد (Alami and Karimi, 2020).

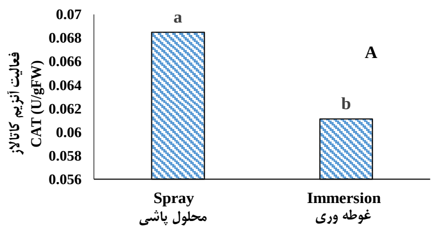
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف کندکننده‌های رشد و روش کاربرد آن‌ها بر فعالیت آنزیمی در گیاه لیلیوم رقم 'آیلاینر'

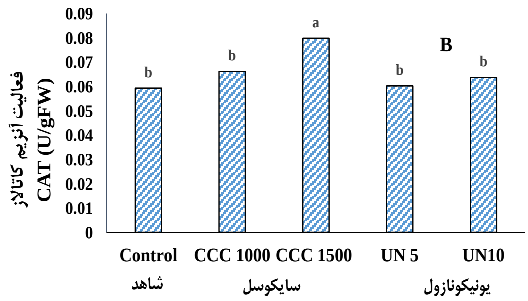
Table 3- The ANOVA results for the effect of different growth retardant concentrations and their application method on the enzyme activity in *Lilium* cv. Eyeliner

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares		
		کاتالاز CAT	پلی فنل اکسیداز PPO	گایاکول پراکسیداز GPX
کند کننده‌های رشد Growth retardant (A)	4	0.00037**	0.0023**	0.0107**
روش کاربرد Application method (B)	1	0.00048*	0.0004 ns	0.0000002 ns
A×B	4	0.00013 ns	0.00005 ns	0. 00055**
خطا Error	20	0.00007	0.0001	0.0001
ضریب تغییرات C.V (%)		13.36	17.29	11.93

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% of probability levels, respectively.





شکل ۴- اثر روش کاربرد (محلول‌پاشی و غوطه‌وری) (A) و غلظت سایکوسل و یونیکونازول (B) بر فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه لیلیوم (رقم 'آیلاینر')

Figure 4.-The effect of application method (A) and different concentration of cycocel (CCC) and uniconazole (UN) on the catalase activity in *Lilium* cv. Eyeliner (LSD, $p\leq0.05$).

در پژوهشی دیگر، غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل به‌طور معنی‌داری کلروفیل برگ در کوکب‌کوهی را افزایش داد (Hojjati *et al.*, 2010) اما در بررسی انجام شده روی گیاه اطلسی کندکننده‌های رشد سایکوسل و یونیکونازول تاثیر معنی‌داری بر کلروفیل برگ نداشتند (Karimi and Ahmadi, 2019).

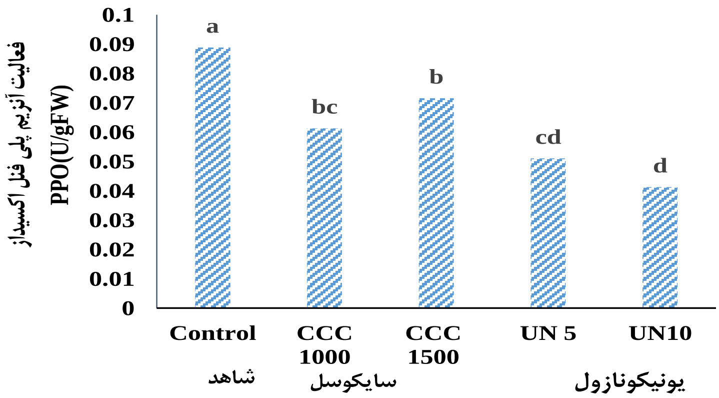
محتوای فنل: جدول تجزیه واریانش نشان می‌دهد اثر کندکننده‌های رشد، نوع کاربرد و برهمکنش آن‌ها بر محتوای فنل کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است (جدول ۱). بیشترین فنل کل با ۵۸/۳۳ درصد افزایش نسبت به شاهد در تیمار یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به روش غوطه‌وری سوخ مشاهده شد (با میانگین ۲/۰۹ میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ)، تفاوت این تیمار و همچنین تیمار شاهد با سایر تیمارها معنی‌دار بود. کندکننده‌های رشد با افزایش ترکیبات فنلی می‌توانند سبب مقاومت گیاهان در برابر شرایط نامساعد محیطی شوند (Zhang *et al.*, Francescangeli *et al.*, 2007; 2007;). احتمالا این ترکیبات در شرایط غیر تنش نیز با افزایش محتوای فنل مقامت گیاهان را افزایش می‌دهند تا در صورت مواجه شدن با شرایط نامساعد محیطی بتوانند تنش در گیاه را تعدیل کنند. در گیاه اطلسی بیشترین فنل کل در یونیکونازول ۵ میلی‌گرم در لیتر گزارش شده است (Karimi and Ahmadi, 2019). ترکیبات فنلی در گیاه آمورفوفالوس[1] نیز با کاربرد تریازول‌ها افزایش داشته است.

فعالیت آنزیم کاتالاز: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر کندکننده‌های رشد بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال یک درصد و روش کاربرد در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاهان محلول‌پاشی شده بیشتر از

1- *Amorphophallus*

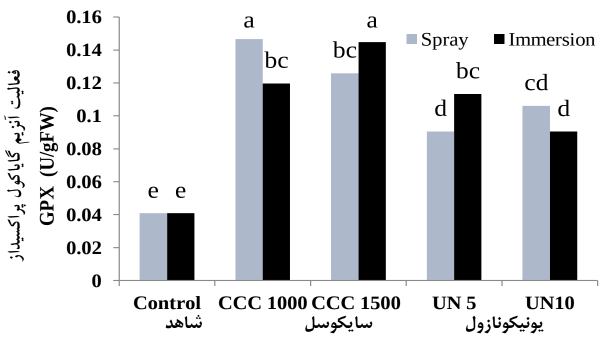
تیمارهای غوطه‌وری بود (شکل ۴- A). در بین کندکننده‌های رشد، بیشترین میزان فعالیت آنزیم با ۵۴/۲۳ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد در تیمار سایکوسل ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ثبت شد، بین سایر تیمارها و تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۴-B).

فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر ساده کندکننده‌های رشد بر فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر روش کاربرد، برهمکنش کندکننده‌ها و روش کاربرد بر فعالیت این آنزیم معنی‌دار نبود. بیشترین فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز با تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها، در تیمار شاهد ثبت شد (شکل ۵).



شکل ۵- اثر کندکننده‌های رشد سایکوسل و یونیکونازول بر فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در گیاه لیلیوم (رقم 'آیلاینر')

Figure 5-The effect of cycocel (CCC) and uniconazole (UN) on the PPO activity in *Lilium* cv. Eyeliner (LSD, *p≤0.05*).



شکل ۶- برهمکنش سایکوسل و یونیکونازول و روش کاربرد بر میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در گیاه لیلیوم (رقم 'آیلاینر')

Figure 6- The interaction effect of cycocel (CCC) and uniconazole (UN) and their application method on the GPX activity in *Lilium* cv. Eyeliner (LSD, *p≤0.05*).

فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز: اثر ساده کندکننده‌های رشد و برهمکنش کندکننده و روش کاربرد در سطح احتمال یک درصد بر میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین فعالیت آنزیم (با میانگین ۰/۱۴۶ واحد بر گرم وزن تر) در گیاهان محلول‌پاشی شده با ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سایکوسل به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱۵۰۰ سایکوسل در روش غوطه‌وری نداشت. کمترین فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (با میانگین ۰/۰۴ واحد بر گرم وزن تر) در تیمار شاهد ثبت شد (شکل ۶).

گزارش شده است کندکننده‌های رشد از جمله سایکوسل با افزایش تراکم بافت گیاه، افزایش غلظت شیره گیاهی و افزایش فعالیت آنزیمی، سبب پایداری غشاء سلولی و حفظ مکانیسم‌های تصفیه رادیکال‌های آزاد می‌شوند (Jaana Zhou and Leul, 1999 ; *et al.*, 2002). سایکوسل با اثر بر فعالیت آنزیمی، کاهش تجزیه پروتئین، افزایش اسیدهای آمینه، افزایش ضخامت برگ و کاهش تعداد روزنه در واحد سطح برگ، سبب کاهش از دست دادن آب

می‌شود (Jaana *et al.*, 2002) احتمالا به‌دلیل افزایش فعالیت آنزیمی، عمر گلدانی نیز می‌تواند افزایش یابد. در بررسی انجام شده روی گیاه آهار فعالیت آنزیم پراکسیداز در گیاهان تیمار شده با سایکوسل و یونیکونازول بیشتر از گیاهان تیمار نشده بود (Alami and Karimi, 2020). در پژوهشی دیگر، کاربرد یونیکونازول به میزان ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در گیاه سویا گردید (Zhang *et al.*, 2007).

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در بررسی حاضر یکی از مهمترین اهداف تولید گیاه پاکوتاه لیلیوم بود می‌توان چنین بیان کرد که در بین تمامی تیمارهای مورد استفاده، یونیکونازول ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌صورت محلول پاشی و غوطه‌وری بهترین تاثیر را در کاهش ارتفاع گیاهان داشت. تاثیر این تیمار بر دیگر صفات از جمله قطر گل، کلروفیل کل و فنل کل نیز معنی‌دار بود. در مورد زمان گلدهی، تعداد برگ و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و گایاکول پراکسیداز سایکوسل، سایکوسل با غلظت ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بهتر عمل کرد. بنابراین می‌توان استفاده از یونیکونازول را باتوجه به اینکه در دو صفت مهم، از جمله کنترل ارتفاع ساقه و افزایش قطر گل بهتر عمل کرد برای تولید گیاهان پاکوتاه توصیه نمود. همچنین پیشنهاد می‌شود با توجه به اینکه تیمار سایکوسل در افزایش فعالیت آنزیمی موثر بود اثر این تیمار در مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی و عمر گلدانی مورد بررسی قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از تمام حمایت‌ها و مساعت‌های دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری جهت فراهم آوردن امکانات لازم برای اجرای این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Aebi, H. (1983). *Catalase, In. bergmeyer*, H (ed), methods of enzymatic analysis 3. Verlag Chemie, Weinheim, Germany 273-277.
2. Alami, E., & Karimi, M. (2020). The effect of cycocel and uniconazole on some morphological and biochemical properties of zinnia. *International Journal of Horticultural Science and Technology 7*(1): 81-91. https://doi.org/10.22059/ijhst.2020.285768.307.
3. AL-Khassawneh, N.M., Karam, N.S., & Shibli, R.A. (2006). Growth and flowering of black iris (*Iris nigricans* Dinsm.) following treatment with plant growth regulators. *Scientia Horticulture* 107: 187-193. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.10.003.
4. Armitage, A.M. (1986). Chlormequat-induced early flowering of hybrid geranium: the influence of gibberellic acid. *HortScience* 21: 116-11. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.21.1.116.
5. Arnon, D. (1994). Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology 24*(1): 1-15.
6. Chany, W.R. (2005). Growth retardants: A promising tool for managing urban trees. *Environmental Toxicology and Chemistry* 29: 1224-1236.
7. Currey, C.J., & Lopez, R.G. (2010). Paclobutrazol pre-plant bulb dips effectively control height of ‘Nellie White’ Easter lily. *HortTechnology* 20: 357–360. https://doi.org/10.21273/HORTTECH.20.2.357.
8. Demir, S., & Celikel, F.G. (2018a). The effects of ethephon foliar spray on plant height of Narcissus cv. ‘Ice Follies’ Anado. *The Journal of Agricultural Science* 33: 184-190.
9. Demir, S., & Celikel, F.G. (2018b). A study on plant height control of iris flowers. *AGROFOR -International Journal 3*(3): 131-141.
10. Fletcher, R.A., Gilley, A., Sankhla, N., & Davis, T.D. (2000). Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Horticultural Reviews* 24: 55-138.
11. Francescangeli, N., Marinangeli, P., & Curvetto, N. (2007). Short communication. Paclobutrazol for height control of two Lilium L.A. hybrids grown in pots. *Spanish Journal of Agricultural Research 5*(3): 425-430.
12. Hojjati, M., Etemadi, N., & Baninasab, B. (2010). Effect of paclobutrazol and Cycocel on vegetative growth and flowering of rudbeckia. *Journal of Horticultural Sciences 24*(2): 122-127.
13. Hwang, S.J., Lee, Y.L., Sivanesan, I., & Jeong, B.R. (2008). Growth control of kalanchoe cultivars Rako and Gold Strike by application of paclobutrazol and uniconazole as soaking treatment of cuttings. *African Journal of Biotechnology 7*(22): 4212-4218.
14. Jaana, L., Rikala, R., & Aphalo, P.J. (2002). Effect of CCC and daminozide on growth of silver birch containerseedlings during three years after spraying. *New Forests* 23: 71-80. https://doi.org/10.1023/A:1015645228689.
15. Jiang, Y, & Joyce, D.C. (2003). ABA effects on ethylene production, PAL activity, anthocyanin and phenolic contents of strawberry fruit. *Plant Growth Regulator* 39: 171-174. https://doi.org/10.1023/A:1022539901044.

16. Kamenetsky, R., & Okubo, H. (2013). *Ornamental geophytes from basic science to sustainable Production*. Taylor & Francis Group. 533P
17. Karimi, M., & Ahmadi, M. (2019). The effect of inhibitory growth of cycocel and uniconazole on morphological and biochemical characteristics of petunia (*Petunia hybrida* L.). *Plant Process and Function 8*(32): 368-376. (In Persian with English abstract)
18. Krug, B.A., Whipker, B.E., McCall, I., & Dole, J.M. (2005). Comparison of flurprimidol to ancymidol, paclobutrazol, and uniconazole for tulip height control. *HortTechnology* 15: 370–373. https://doi.org/10.21273/HORTTECH.15.2.0370.
19. Magome, H., Yamaguchi, S., Hanada, A., Kamiya, Y., & Odadoi, K. (2004). Dwarf and delayed flowering, a novel Arabidopsis mutant deficient in gibberellins biosynthesis because of over expression of a putative AP2 transcription factor. *Plant Journal* 37: 720-729. https://doi: 10.1111/j.1365-313x.2003.01998.x.
20. McDonald, S., Prenzler, P.D., Autolovich, M., & Robards, K. (2001). Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chemistry* 73: 73-84. https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00288-0.
21. Megersa, H.G., Lemma, D.T., & Banjawu, D.T. (2018). Effects of Plant Growth Retardants and Pot Sizes on the Height of Potting Ornamental Plants: A Short Review. *Journal Horticultura 5*(1): 1-5. https://doi.org/10.4172/2376-0354.100022.
22. Miller, W.B. (2002). A primer on hydroponic cut tulips. *Greenhouse Product News 12*(8): 8–12.
23. Miller, W.B. (2011). *Website for the Flower Bulb Research Program*. Cornell University, Ithaca, NY, USA.
24. Olsen, W.W., & Andersen, A.S. (1995). The influence of five growth retardants on growth and post production qualities of *Osteospermum ecklonis* cv. calypso. *Scientia Hortiulturae* 62: 263-270. https://doi.org/10.1016/0304-4238(95)00769-P.
25. Rabbi Angourani, H., Mortazavi, S.N., Rabiei, V., & Zangahani, E. (2013). Effect of cycosel and naphthalene acetic acid on some vegetative characteristics and on essential oil yield in Rose - scented Geranium (*Pelargonium graveolens* L. cv. Bourbon). *Iranian Journal of Horticultural Science 44*(2): 209-216. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/ijhs.2013.35053.
26. Rossini pint, A.C., Rodrigues, T.D., Leits, I.C., & Barbosa, J.C. (2005). Growth retardants on development and ornamental quality of potted *Zinnia elegans* 'Liliput'. *Scientia Agricola* 62: 337- 345. https://doi.org/10.1590/S0103-90162005000400006.
27. Soliva, R.C., Elez, P., Sebastián, M., & Martín, O. (2001). Evaluation of browning effect on avocado purée preserved by combined methods. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 1: 261-268. https://doi.org/10.1016/S1466-8564(00)00033-3.
28. Tang, W., & Newton, R.J. (2005). Peroxidase and catalase activities are involved in direct adventitious shoot formation induced by thidiazuron in eastern white pine (*Pinus scorba* L.) zygotic embryos. *Plant Physiology and Biochemistry* 43:760-769. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2005.05.008.
29. Youssef, A.S.M., & Abd El-Aal, M.M.M. (2013). Effect of paclobutrazol and cycocel on growth, flowering, chemical composition and histological features of potted *Tabernaemontana coronaria* Stapf plant. *Journal of Applied Sciences Research 9*(11): 5953-5963.
30. Zhang, M., Liusheng, D., Tian, X., Zhongpei, H., Jianmin, L., Baomin, W., & Zhaohu, L. (2007). Uniconazole-induced tolerance of soybean to water deficit stress in relation to changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. *Journal of Plant Physiology* 164: 709-717. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2006.04.008.
31. Zhou, W.J., & Leul, M. (1999). Uniconazole-induced tolerance of rape plants to heat stress in relation to changes in hormonal levels, enzyme activities and lipid peroxidation. *Plant Growth Regulation* 27: 99–104. https://doi.org/10.1023/A:1006165603300.